PETIT PRÉCIS

POUR NE PAS SE FAIRE ENFUMER PAR

LES ÉMISSIONS NÉGATIVES

Bien peu connues du grand public, les technologies à émissions négatives, ou TEN, sont pourtant devenues un pilier central des politiques climatiques à venir. Derrière cet intrigant oxymore se cachent des technologies dont le but est de retirer du carbone de l'atmosphère (d'où l'acronyme CDR, de l'anglais* Carbon Dioxide Removal *– captation du dioxyde de carbone). Elles ont pour impératif de capter de larges quantités de CO_2 dès 2030, c'est du moins sur ce scénario que se base la majorité des modèles climatiques. Or, rien ne porte à croire à l'heure actuelle que ces technologies seront disponibles à si court terme et qu'elles pourront jouer le rôle qui leur est laissé dans la limitation du réchauffement climatique sous la barre des 2 °C – si possible 1,5 °C – d'ici la fin du siècle sans parler des risques potentiels. Dès lors, est-il bien raisonnable de laisser reposer l'avenir du système Terre sur des espoirs démesurés en d'hypothétiques technologies ?

BUDGET CARBONE ET MODÈLES CLIMATIQUES

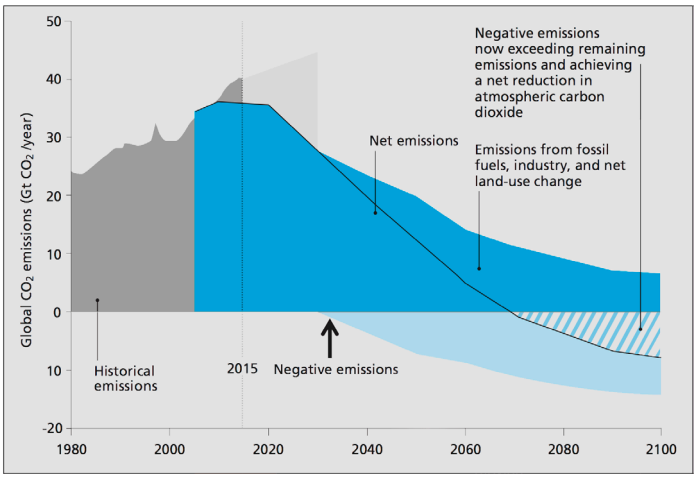
Adopté en 2015 lors de la COP21, le texte de l'Accord de Paris vise à contenir le réchauffement climatique « *bien en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels* » et si possible de viser à « *poursuivre les efforts pour limiter la hausse des températures à 1,5 °C* » (Article 4). Les engagements d'alors non seulement allaient plutôt vers 3 °C mais n'ont pas été respectés car les émissions sont reparties à la hausse. Cet objectif se traduit lui-même par un objectif de neutralité carbone dans la deuxième moitié du XXIe siècle (Article 4), ce qui signifie que les émissions de gaz à effets de serre non évitables (par exemple celles liées au transport aérien) devront être compensées par une captation dans les mêmes proportions afin de parvenir au « zéro émissions nettes ».

Les trajectoires et échéances estimées pour atteindre l'objectif de neutralité carbone découlent largement des différents modèles climatiques évalués par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, le Giec. Ces modèles permettent d'estimer la quantité d'équivalent CO_2 que nous sommes autorisés à émettre pour avoir des chances raisonnables de respecter un objectif de réchauffement défini a priori (1,5 ou 2 °C). Dans son rapport spécial publié en octobre 2018, le Giec estimait ce budget carbone autour de 570 milliard de tonnes de CO_2 ($GtCO_2$) à émettre afin de pour rester sous la barre des 1,5 °C. Au passage, cela représente moins de 15 années d'émissions au rythme actuel (42 $GtCO_2$ en 2017).

Les engagements nationaux en matière de climat pris en vertu de l'Accord de Paris sont insuffisants pour relever le défi. Ils entraîneraient des émissions de CO_2 de 52 à 58 gigatonnes par an en 2030, ce qui correspond à une hausse de température de 3 °C. Presque toutes les voies d'accès à 1,5 °C exigent que les émissions de gaz à effet de serre descendent sous la barre des 35 Gt par an d'ici là.

Pour son 5e rapport publié en 2014, le Giec a évalué 400 scénarios permettant d'atteindre avec une probabilité raisonnable l'objectif d'un réchauffement contenu en dessous de 2 °C. Sur ces 400 scénarios, 344 reposaient sur le déploiement rapide et à large échelle de méthodes de captation de CO_2, également appelées technologies à émissions négatives (TEN). Même si dans son rapport de 2018 le Giec mettait l'accent sur les impacts négatifs des TEN, la majorité des scénarios évalués envisageaient un début des émissions négatives à large échelle à partir de 2030, et même une captation du carbone qui surpasserait les émissions entre 2050 et 2070.

Afin de juger au mieux du bien-fondé ou non d'un tel recours aux émissions négatives dans les modèles climatiques, il est important de saisir les principes, les potentiels et les risques associés à ces technologies à émissions négatives.



Trajectoire moyenne d'émission de CO_2 modélisée par le Giec et compatible avec un réchauffement de 2 °C

En gris : émissions historiques - En bleu : projections
Trait noir continu : émissions nettes - En bleu foncé : niveau d'émissions positives
En bleu clair : niveau d'émissions négatives

Quand les émissions nettes deviennent négatives (autour de 2070), le total des émissions négatives excède le total des émissions positives (zone striée).

Source : Rapport EASAC 2018 adapté d'Anderson et Peters, 2016.

Pour un réchauffement à +1,5 °C, les émissions mondiales globales nettes de CO_2 anthropiques doivent diminuer d'environ 45% par rapport aux niveaux de 2010 d'ici 2030 pour atteindre zéro autour de 2050.

Pour limiter le réchauffement climatique à moins de 2°C, les émissions de CO2 devraient diminuer d'environ 20% d'ici 2030 et atteindre un zéro net vers 2075.

QUE SONT LES TECHNOLOGIES À ÉMISSIONS NÉGATIVES ?

Derrière l'acronyme TEN se cache un ensemble de techniques censées capter du CO_2 atmosphérique pour le stocker ensuite dans d'autres compartiments (principalement géologiques ou océaniques) où il ne participerait plus à l'effet de serre. Ces techniques vont donc plus loin que les techniques dites neutres en carbone (comme la captation du CO_2 aux cheminées des centrales à charbon par exemple) et présentent, au moins sur le plan théorique, un bilan CO_2 négatif. Les TEN sont généralement regroupées en six catégories brièvement décrites ici.

LA STIMULATION DE L'ALTÉRATION DES OCÉANS

La **stimulation de l'altération des silicates** (notamment le chaulage des océans) consiste à accélérer des processus géochimiques naturels permettant d'absorber du CO_2, par exemple en déversant des minéraux basiques (des silicates comme l'olivine ou encore de la chaux) dans les sols et les océans. L'une des principales limites de cette technique est qu'elle nécessite de concasser la roche calcaire ou de la chauffer à très haute température pour obtenir de la chaux, ces procédés étant toutes deux très énergivores. Il est estimé que pour capter 1 tonne de CO_2, il faudrait extraire puis transporter sur de longues distances 1 à 3 tonnes de silicates, ce qui donne la mesure du défi pour capter des émissions de l'ordre de la giga-tonne.

L'ENSEMENCEMENT DES OCÉANS

L'**ensemencement des océans** consiste à déverser des nutriments, notamment du fer, dans les océans afin de stimuler la croissance de phytoplancton, qui capterait alors de larges quantités de CO_2. Les premiers calculs de rendements théoriques concernant cette technique étaient extrêmement optimistes, et suggéraient même que quelques milliers de tonnes de fer suffiraient à contrebalancer les émissions de CO_2. Si les expérimentations en milieu confiné ont mis en évidence des rendements bien moins intéressants, des résultats récents montrent que la croissance du plancton à un endroit précis pourrait avoir pour effet d'inhiber cette croissance à quelques kilomètres. Le jeu s'avérerait donc à somme nulle. Par ailleurs, cette technique revient à modifier considérablement les communautés de plancton qui constituent le premier maillon de la chaîne trophique, des modifications qui pourraient donc se répercuter sur tous les écosystèmes océaniques.

L'AFFORESTATION ET LA REFORESTATION

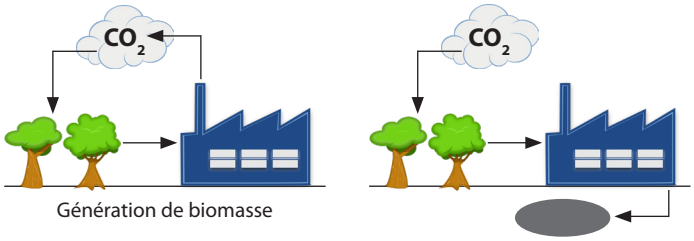
Les techniques basées sur le boisement, comme l'**afforestation** et la **reforestation** visent à accroître la quantité de CO_2 stockée dans la biomasse végétale. Les estimations suggèrent que ces techniques, disponibles et bien maîtrisées, pourraient permettre de stocker 1 à 3 Gt de CO_2 par an (rappelons que les émissions annuelles sont de l'ordre de 40 Gt). Elles questionnent néanmoins quant aux terres qui seraient exploitées : utiliser des terres arables aurait des répercussions évidentes sur les productions agricoles. Dans les faits, ces techniques reposent bien souvent sur des monocultures de végétaux à croissance rapide, impactant négativement la biodiversité locale. Se pose également la question de la permanence du stockage : les forêts ne sont pas à l'abri des feux (d'ailleurs de plus en plus fréquents sur une planète qui se réchauffe), ce qui aurait pour effet de renvoyer subitement à l'atmosphère tout le carbone capté. Enfin, il est utile de rappeler que sur les dernières décennies, la tendance globale a invariablement été à la déforestation, et non à l'accroissement des boisements (voir www.globalforestwatch.org).

LA GESTION DES SOLS ET L'AFOLU

La **gestion des sols** (principalement des sols agricoles) vise à augmenter la quantité de carbone dans les sols. Les techniques de gestion du sol sont parfois regroupées avec celles basées sur le boisement sous l'acronyme **AFOLU**, de l'anglais *Agriculture, Forestry and Other Land Use*. Les pratiques d'agriculture intensive ont engendré la perte de 50 à 70% du carbone initialement retenu dans les sols. Des pratiques agricoles vertueuse, notamment l'agroforesterie, le non-labour ou le développement de couvert végétal, permettent de restaurer la capacité des sols à stocker le carbone. Ces pratiques sont depuis 2015 encouragées par l'initiative 4 pour 1000 (voir www.4p1000.org). La gestion de sols non agricoles pourrait également contribuer au stockage du CO_2. Ainsi, restaurer les écosystèmes de mangroves pourrait permettre de stocker de grandes quantités de CO_2. Néanmoins, il faut souligner que ces méthodes de gestion des sols ne pourront contribuer au stockage de carbone que jusqu'à un certain point au-delà duquel les sols sont saturés de carbone et pourraient permettre de stocker du CO_2, en quantités plutôt modestes (< 1 Gt), pendant 30 ou 40 ans, mais pas au-delà.

LA BECCS

La bio-énergie associée au captage et stockage du CO_2, plus connues sous l'acronyme **BECCS** (*Bio-Energy with Carbone Capture and Sequestration* en anglais) représente, dans les modèles climatiques, de loin la source la plus importante d'émissions négatives. Elle consiste à faire pousser des végétaux, puis à les brûler pour produire de l'énergie tout en captant le CO_2 issu de la combustion. Le carbone capté durant la croissance des plantes est ainsi déplacé vers des compartiments géologiques (d'anciens gisements de gaz par exemple). Si, sur le papier, la BECCS présente le double avantage de produire de l'énergie tout en captant du carbone, les incertitudes quant à la faisabilité technique de la capture du CO_2 en sortie de centrale à biomasse, tout comme les incertitudes relatives aux coûts associés (la technique s'avère très énergivore), restent énormes.



Génération de biomasse

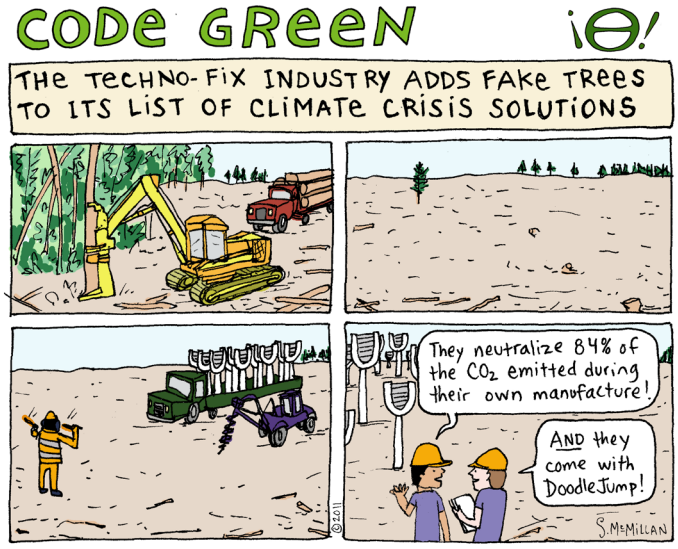
Génération de biomasse avec capture et séquestration de carbone

En effet, à l'heure actuelle, la captation de CO_2 en sortie de cheminée est un procédé dont les résultats sont encore très mitigés en ce qui concerne des combustibles homogènes comme les énergies fossiles. Les difficultés associées à l'utilisation de combustibles végétaux aux propriétés hétérogènes devraient donc s'ajouter alors même que le

procédé semble techniquement et économiquement fragile. Les questions liées à l'usage des sols sont les mêmes qu'en ce qui concerne l'afforestation. Un recours à la BECCS qui permettrait de contenir le réchauffement climatique à 1,5 °C d'après les modèles climatiques évalués par le Giec dans son dernier rapport, impliquerait d'utiliser près de 20% des terres arables disponibles à l'échelle mondiale pour la culture de biomasse. Prélever cette surface sur des terres naturelles (forêts, prairies) plutôt que cultivées pourrait avoir le même effet délétère sur la biodiversité qu'un réchauffement d'environ 3 °C. Enfin, des doutes planent également sur le stockage du CO_2 capté : les expérimentations menées ont mis en évidence des risques de fuites, de mouvements de terrain voir même de réactivation de failles sismiques associé au stockage géologique de CO_2.

LA DACCS

La captation directe du carbone atmosphérique avec séquestration, ou **DACCS** (de l'anglais *Direct Air Carbone dioxide Capture and Storage*) consiste à capter directement le CO_2 présent dans l'air ambiant afin de le stocker dans des compartiments géologiques. Le dispositif nécessite le passage de l'air ambiant sur échangeur qui capte sélectivement le CO_2 et le concentre. La faible concentration de CO_2 dans l'air ambiant en fait un procédé très énergivore. À l'heure actuelle, le coup de cette technologie serait 4 fois supérieur à celui des autres TEN, de l'ordre de plusieurs centaines de dollars par tonnes de CO_2 captées. De plus, les procédés actuellement en développement utilisent de très grandes quantités d'eau et/ou de substances dangereuses comme l'hydroxyde de sodium. Enfin, comme pour les BECCS, de nombreux doutes subsistent autour de la sécurisation du CO_2 capté et stocké.



QUE FAUT-IL DONC ATTENDRE DES TEN ?

En conclusion, bien qu'elles constituent une composante majeure des modèles climatiques, qui sont eux-mêmes utilisés comme supports aux négociations climatiques, le potentiel réel des TEN est bien loin de pouvoir compenser les niveaux d'émissions actuels. C'est ce qu'a souligné, l'*European Academies Science Advisory Council*, le regroupement des académies nationales des sciences des pays de l'Union européenne dans un rapport de 2018 : au vu de leurs potentiels somme toute limités et des risques qui en découlent, « *se reposer sur les TEN pour compenser l'échec des réductions d'émissions aurait des implications sérieuses pour les générations futures* ». Même si les TEN ont certainement un rôle à jouer dans la lutte contre réchauffement climatique, il serait illusoire de croire qu'elles peuvent nous autoriser à maintenir les niveaux d'émissions actuelles, ou même à tarder à les réduire. De plus, ces techniques ne sont pas sans risques pour la production alimentaire ou la biodiversité et tout porte à croire que les populations les moins responsables du changement climatique seront celles qui y seront les plus exposées. Enfin, les émissions négatives portent également des risques plus insidieux : en étant autant mises en avant dans les modèles climatiques, elles ont contribué à réduire les discussions sur les moyens de réduire rapidement, largement les émissions de CO_2. Elles contribuent également à passer sous silence les questions liées à la justice climatique, à l'heure où 10% de la population mondiale est responsable de la moitié des émissions de CO_2. Or, des moyens plus juste de réduire les émissions de CO_2 aux échelles individuelles et collectives ne manquent pas. Nous les développerons prochainement dans une nouvelle fiche.

BIBLIOGRAPHIE INDICATIVE

Negative emission technologies. What role in meeting Paris Agreement targets? EASAC, 2018.
https://easac.eu/publications/details/easac-net/
(accessed Sept 27, 2018).

Anderson, Kevin, and Glen Peters. *'The Trouble with Negative Emissions'.* Science (New York, N.Y.) 354, no. 6309 (14 2016): 182–83.
https://doi.org/10.1126/science.aah4567

Williamson, Phil. *'Emissions Reduction: Scrutinize CO2 Removal Methods'.* Nature 530, no. 7589 (11 February 2016): 153–55.
https://doi.org/10.1038/530153a

SCIENCES CITOYENNES

Cette « fiche » a été produite par le groupe de travail « Géo-ingénierie » de l'association *Sciences Citoyennes* (voir https://sciencescitoyennes.org/geo-ingenierie/). Depuis 2013, et plus encore depuis la préparation des mobilisations en marge de la COP21 qui s'est tenue en décembre 2015, ces questions ont été prises à bras le corps par notre association. En partenariat avec des structures comme ETC Group (voir http://etcgroup.org/) et en lien avec le monde de la recherche et celui des mouvements sociaux, nous avons fait le choix de proposer une acculturation sur des sujets jugés souvent trop techniques concernant la manipulation du climat à grande échelle.

Sciences Citoyennes est également signataire d'un manifeste contre la géo-ingénierie signé par plus d'une centaine d'organisations à l'échelle internationale :
https://sciencescitoyennes.org/bas-les-pattes-ne-touchez-pas-a-notre-terre-mere-manifeste-contre-la-geo-ingenierie/

Nous invitons chacune et chacun à lire nos productions (et à les critiquer), à visionner les vidéos que nous avons produites et qui sont accessibles sur notre chaîne *YouTube* :
https://frama.link/YouTube_Geo-ingenierie

Vous pouvez également nous contacter à l'adresse suivante :
geo-ingenierie@sciencescitoyennes.org

SCIENCES CITOYENNES
38 rue Saint-Sabin - 75011 Paris
http://sciencescitoyennes.org
tél. +33 (0) 143 147 365
fax +33 (0) 148 072 869

basta!
www.bastamag.net

Le 12 octobre 2018, Basta !, média indépendant en ligne, publiait une tribune de Kévin Jean de l'association Sciences Citoyennes.

Cette tribune (reproduite ci-après) est également disponible à l'adresse suivante : https://www.bastamag.net/climat-CO2-geoingenierie-emissions-negatives-croissance

CAPTURER MASSIVEMENT LES ÉMISSIONS DE CO_2 PLUTÔT QUE DE LES RÉDUIRE : POURQUOI C'EST UNE ILLUSION

Comment rester sous le seuil des 1,5 °C de réchauffement ? Le dernier rapport du Giec préconise de retirer du carbone de l'atmosphère et envisage le déploiement de technologies dites « à émissions négatives *». En clair : nous pouvons continuer à émettre du CO_2, les technologies de demain règleront le problème. Or, la concrétisation de ces technologies est plus qu'hypothétique, et leurs effets pourraient être dangereux pour les générations futures, explique Kévin Jean, de l'association* Sciences Citoyennes *dans cette tribune.*

C'est l'un des messages qui ressort à la lecture du rapport spécial du Groupe intergouvernemental des experts sur l'évolution du climat (Giec) publié le 8 octobre dernier [1] : contenir le réchauffement climatique à 1,5 °C reste possible, mais cela nécessite des changements rapides et sans précédent. Si nous tardons à réduire drastiquement nos émissions de gaz à effet de serre, le seul espoir d'atteindre cet objectif reposera sur le déploiement de technologies à émissions négatives, ou TEN.

Derrière ce bel oxymore se cachent des technologies dont le but est de retirer du carbone de l'atmosphère. Déjà, dans le dernier rapport du Giec en 2014, la part belle était faite à ces technologies dans les modèles climatiques évalués par le groupe d'experts, alors même que leur potentiel réel de captation de CO_2 reste tout théorique [2]. Or, ces modèles climatiques ne font pas qu'explorer de possibles trajectoires futures : en servant de support aux négociations climatiques, ils rendent ces futurs plus susceptibles d'advenir. Au détriment d'autres trajectoires trop peu explorées.

Qu'entend t-on par technologies à émissions négatives ?

Les technologies à émissions négatives, les TEN donc, regroupent un ensemble de techniques visant à capter le CO_2 atmosphérique pour le déplacer dans des compartiments (principalement géologiques ou océaniques) où il ne participe pas à l'effet de serre. Les TEN vont donc au-delà de technologies neutres en carbone (le captage du CO_2 en sortie de centrales à charbon par exemple), et présentent un bilan CO_2 négatif – au moins sur le plan théorique. Le terme regroupe différentes techniques aux niveaux de développement variés.

Certaines, comme celles basées sur le boisement (reforestation ou afforestation) sont bien maîtrisées, d'autres comme l'ensemencement des océans (l'apport de nutriments dans les océans pour booster la croissance du phytoplancton) ou la capture directe du carbone atmosphérique (via de grands échangeurs permettant de le concentrer) semblent encore techniquement incertaines. Parmi celles-ci, la BECCS (*Bio-Energy with Carbone Capture and Sequestration* en anglais) semble la plus prometteuse : elle consiste à faire pousser des végétaux, puis à les brûler pour produire de l'énergie tout en captant le CO_2 issu de la combustion. Le carbone capté durant la croissance des plantes est ainsi déplacé vers des compartiments géologiques (d'anciens gisements de gaz par exemple).

Si, sur le papier, la BECCS présente le double avantage de produire de l'énergie tout en captant du carbone, les incertitudes quant à la faisabilité technique de la capture du CO_2 en sortie de centrale à biomasse, tout comme les incertitudes relatives aux coûts associés (la technique s'avère très énergivore), restent énormes. Sans même parler des questions engendrées par la production massive de biomasse.

Accaparement de terres, fuites de gaz carbonique, mouvements de terrains...

Car en effet, un recours à la BECCS qui permettrait de contenir le réchauffement climatique à 1,5 °C d'après les modèles climatiques évalués par le Giec dans son dernier rapport, impliquerait d'utiliser – et c'est ici que les choses commencent à se corser – près de 20 % des terres arables disponibles à l'échelle mondiale pour la culture de biomasse. On imagine aisément les conséquences sur la production agricole. Prélever cette surface sur des terres naturelles (forêts, prairie) plutôt que cultivées pourrait avoir le même effet délétère sur la biodiversité qu'un réchauffement d'environ 3 °C [3]. Un remède pire que le mal.

De manière générale, les TEN posent également la question de la permanence et de la sécurisation du stockage du carbone. Les expérimentations menées ont mis en évidence des risques de fuites, de mouvements de terrain voir même de réactivation de failles sismiques associé au stockage géologique de CO_2 [4]. Des doutes planent également au-dessus des techniques mieux maîtrisées comme l'afforestation ou la reforestation : les forêts ne sont pas à l'abri des feux (d'ailleurs de plus en plus fréquents sur une planète qui se réchauffe), ce qui aurait pour effet de renvoyer subitement à l'atmosphère tout le carbone capté.

Quatre scénarios climatiques sur cinq impliquent un recours à ces technologies

Malgré toutes les questions qu'elles soulèvent quant à leur faisabilité technique et à leur acceptabilité sociale, les TEN constituent une composante centrale des modèles climatiques. En effet, parmi les 400 scénarios évalués offrant une chance raisonnable de contenir le réchauffement en deçà de 2 °C, plus de 80 % impliquaient un recours rapide et massif aux TEN [5]. Même si le dernier rapport du Giec met l'accent sur les impacts négatifs des TEN, la majorité des scénarios évalués envisagent un début des émissions négatives à large échelle à partir de 2030, et même une captation du carbone qui surpasserait les émissions entre 2050 et 2070.

Cette place surdimensionnée laissée aux TEN dans les scénarios climat n'est d'ailleurs pas dénoncée par des militants écologistes en mal de catastrophisme, mais par le European Academies Science Advisory Council, le regroupement des académies nationales des sciences des pays de l'Union européenne dans un rapport publié en février 2018 [6]. Selon cette institution des plus respectables, « se reposer sur les TEN pour compenser l'échec des réductions d'émissions aurait des implications sérieuses pour les générations futures ».

L'hypothèse d'une croissance économique continue jusqu'en 2100

De quoi remettre sérieusement en question la place laissée aux TEN dans les modèles des climatologues. Ces derniers ne peuvent pourtant ignorer leur excès de confiance dans la technologie, mais alors pourquoi y ont-ils recours ? Une piste de réponse pourrait passer par l'examen des hypothèses sous-jacentes à l'ensemble des scénarios modélisés. En effet, les modèles synthétiques utilisés par le Giec sont des modèles couplant des trajectoires socio-économiques à des émissions de CO_2 et à la réponse correspondante du système Terre.

Or, un point commun entre tous ces scénarios est l'hypothèse d'une croissance économique continue jusqu'en 2100. Est-ce pour compenser les émissions inévitablement liées à une croissance économique continue que les modélisateurs n'ont d'autre choix que de faire des hypothèses peu réalistes quant aux possibilités de captation de CO_2 ? Cela ressemble fort à une démonstration par l'absurde de l'incompatibilité d'une croissance ininterrompue avec l'objectif d'un changement climatique contenu...

Un excès de confiance dans des technologies non abouties

Tout cela pourrait ne rester qu'un débat entre climatologues et modélisateurs, mais ce serait ignorer le rôle de ces modèles dans les négociations climatiques. Comme le rappellent les politologues Silke Beck and Martin Mahony, l'objectif des 2 °C est devenu politiquement consensuel à l'échelle internationale parce que des modèles climatiques ont réussi à trouver des trajectoires d'émissions nous y conduisant [7]. Or, en reposant massivement sur des technologies encore hypothétiques, comme la BECCS, ces modèles ont eu l'effet indirect de réduire les débats portant plutôt sur les moyens de réduire rapidement et drastiquement les émissions de CO_2.

De fait, pour bien des décideurs, les options pour réduire rapidement et drastiquement nos émissions (transition vers 100% d'énergies renouvelables, changement des pratiques agricoles, sobriété volontaire) semblent actuellement peu raisonnables. Mais est-il plus raisonnable d'émettre aujourd'hui du CO_2 dans l'atmosphère tout en croisant les doigts pour réussir à l'en retirer demain ? L'excès de confiance dans des technologies non abouties pourrait bien nous enfermer dans des trajectoires d'émissions conduisant à un réchauffement non contenu. À quelques semaines de la prochaine conférence internationale sur le climat (COP24 à Katowice, en Pologne), où les États devront dévoiler leurs contributions à l'Accord de Paris, il faudra donc veiller à ne pas nous laisser enfumer par les émissions négatives.

Kévin Jean, administrateur de *Sciences Citoyennes*

Notes

[1] Voir le dernier rapport du Giec : https://www.ipcc.ch/sr15/
[2] Lire à ce sujet : *Modifier les océans, manipuler l'atmosphère : ces techniques qui visent à refroidir la terre* https://www.bastamag.net/Modifier-les-oceans-manipuler-l-atmosphere-ces-techniques-qui-visent-a
[3] Williamson P. *Emissions reduction : Scrutinize CO2 removal methods*. Nature 2016 ; 530 : 153–5.
[4] Stork AL, Verdon JP, Kendall J-M. *The microseismic response at the In Salah Carbon Capture and Storage (CCS) site*. Int J Greenh Gas Control 2015 ; 32 : 159–71.
[5] Anderson K, Peters G. *The trouble with negative emissions*. Science 2016 ; 354 : 182–3.
[6] *Negative emission technologies. What role in meeting Paris Agreement targets?* EASAC, 2018. https://easac.eu/publications/details/easac-net/ (accessed Sept 27, 2018).
[7] Beck S, Mahony M. *The IPCC and the politics of anticipation*. Nat. Clim. Change. 2017 ; published online April 28. DOI:10.1038/nclimate3264